NOTE

SUR

LES PHÉNOMÈNES DE LA DIGESTION CHEZ LA BLATTE AMÉRICAINE

(PERIPLANETA AMERICANA, L.);

PAR

Félix PLATEAU,

Membre de l'Académie royale de Belgique, professeur à l'Université de Gand.

BRUXELLES,

F. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

—

1876

NOTE

SUR

LES PHÉNOMÈNES DE LA DIGESTION CHEZ LA BLATTE AMÉRICAINE

(PERIPLANETA AMERICANA, L.);

PAR

Félix PLATEAU,

Membre de l'Académie royale de Belgique, professeur à l'Université de Gand.

BRUXELLES,

F. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

—

1876

Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*,
2me série, t. XLI, n° 6; juin 1876.

NOTE

SUR

LES PHÉNOMÈNES DE LA DIGESTION CHEZ LA BLATTE AMÉRICAINE

(PERIPLANETA AMERICANA, L.).

Le Mémoire que j'ai publié en 1874 sur la digestion des insectes (1) présente une lacune que je désirais naturellement combler par des expériences ultérieures. Les phénomènes digestifs des Blattaires y sont laissés à peu près complétement dans l'ombre.

La Note actuelle renferme le résultat des observations que je viens de faire sur les animaux de cette famille.

Grâce à l'obligeance d'un savant confrère de la Société entomologique de Belgique, M. Puls, j'ai eu à ma disposition un nombre largement suffisant d'individus de la Blatte américaine ou Grande Blatte de Geoffroy (2), *Periplaneta americana* L., insecte qui atteint près de quatre centimètres de longueur et qui se prête, par conséquent, encore mieux à la dissection et aux expériences que la Blatte orientale (3).

---

(1) *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes*, in-4°, 3 planches (MÉM. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, t. XLI, 1874).

(2) *Histoire abrégée des Insectes qui se trouvent aux environs de Paris*, t I. Paris, 1762, p. 381.

(3) La *P. americana* est originaire de l'Amérique méridionale; on la trouve en Belgique, en France, en Angleterre, etc., dans les ports, les vaisseaux, les docks, les magasins de sucre et de peaux, les serres chaudes, etc., mais non dans les habitations. (Voyez Maurice Girard, *Les Insectes*, *Traité d'entomologie*, t. II, fascic. I. Paris, 1876, p. 57.) Les individus utilisés pour mes recherches proviennent d'une raffinerie.

Ainsi que sa congénère, la *P. americana* est omnivore, mais, comme elle, préfère cependant les matières végétales, le sucre, le pain, la farine, etc.

§ I.

STRUCTURE DE L'APPAREIL DIGESTIF.

Indications iconographiques.

1809-1811. RAMDOHR. *Abhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Insecten.* Halle. (Atlas.)
Pl. I. Fig. 9. Tube digestif de la *Periplaneta orientalis.*
— Fig. 10 à 12. Appareil valvulaire (gésier) de la même.

1813. MARCEL DE SERRES. *Observations sur les usages des diverses parties du tube intestinal des Insectes.* (Annales du Museum, t. XX.)
Pl. II. (Pl. XV des Annales). Fig. 1. Tube digestif de *P. orientalis.*
— Fig 2. Jabot, appareil valvulaire et cœcums de la même.
— Fig. 3. Saillie chitineuse de l'appareil valvulaire.

1834. LÉON DUFOUR. *Recherches anatomiques et physiologiques sur les Orthoptères, les Hyménoptères et les Névroptères.* (Mém. Acad Sc. de Paris, Savants étrangers, t. VII, 1841 (*sic.*)
Pl. V. Fig 44. Tube digestif de *P. orientalis.*
— Fig. 45. Cœcums et intestin moyen de la même.

1834. L. H. FISCHER. *Orthoptera Europæa.* Lipsiae.
Pl. I. Fig. 10. Tube digestif de *P. orientalis.*
— Fig. 11. App. valvulaire (gésier) de la même. (D'après Léon Dufour.)

1858. S. BASCH. *Untersuchungen über das chylopoetische und uropoetische system der Blatta orientalis.* (Sitzungsber. de l'Acad. de Vienne, t. XXXIII, 1858, publié en 1859.)
Pl. I. Fig. 1. Tube digestif de la *Periplaneta orientalis.*
Pl. II. Fig 2. Appareil valvulaire (gésier.)
— Fig. 3. Coupe des parois de l'œsophage.
Pl. III. Fig. 4. Musculature de l'œsophage.
Pl. IV. Fig. 6 et 7. Saillies chitineuses de l'œsophage.
— Fig. 8. Coupe d'une saillie de l'appareil valvulaire.
— Fig. 9 et 10. Coupe des parois de l'intestin moyen.

Pl V. Fig. 11. Structure de la glande salivaire.
— Fig. 12. Tube de Malpighi.
— Fig. 13 Valvule à l'origine de l'intestin terminal.

1869. V. GRABER. *Zur näheren Kenntniss des Proventriculus und der Appendices ventriculares bei den Grillen und Laubheuschrecken.* (Sitzungsber. de l'Acad. de Vienne, t. LIX. Heft. 1.)
Pl. II. Fig. 10. Plaques chitineuses de l'appareil valvulaire de *Periplaneta orientalis.*

1870. G. ROLLESTON. *Forms of animal life* . Oxford.
Pl VI. Tube digestif de *Periplaneta orientalis.*

1875. C. KUPFFER. *Die Speicheldrüsen von Periplaneta (Blatta) orientalis und ihr Nerven-apparat.* (Beiträge zur Anatomie und Physiologie als Festgabe Carl. Ludwig. Erster Heft.) Leipzig.
Pl. IX Fig. 1 et 2. Glande salivaire de *P. orientalis.*

1875. JOUSSET DE BELLESME. *Recherches expérimentales sur la digestion des Insectes et en particulier de la Blatte.* Paris.
Pl. I. Tube digestif de *P. orientalis.*

Aux ouvrages cités ci-dessus pour leurs planches, il convient d'ajouter ceux de C. Cornelius (1) et Morawitz (2) que je n'ai pas eu l'occasion de consulter. Je passe sous silence les traités d'anatomie comparée qui n'ont pu, naturellement, que s'inspirer des travaux originaux.

N'ayant rien trouvé de nouveau, au point de vue de la structure, chez la *P. americana*, et l'anatomie du tube digestif des Blattes étant, comme on vient de le voir, parfaitement élucidée dans tous ses détails, je me bornerai à un résumé anatomique aussi bref que possible, destiné à fixer les idées du lecteur et à lui permettre de suivre aisément l'exposé des faits physiologiques.

---

(1) C. CORNELIUS, *Beiträge zur näheren Kentniss der Periplaneta (Blatta) orientalis*, L. Elberfeld, 1853.

(2) MORAWITZ, *Quaedam ad anatomiam Blattae germanicae pertinentia.* Dissert. inaug. Dorpat, 1853.

L'appareil de la digestion se compose chez les *Periplaneta* de (1) : 1° Un *intestin buccal* fort spacieux dans lequel on distingue successivement :

a. *L'œsophage* relativement court et étroit.
b. *Le jabot* très-ample occupant une grande partie de l'abdomen.
c. *L'appareil valvulaire* (gésier des auteurs).

Les tuniques de toute cette région sont, en procédant du dehors au dedans, une tunique musculaire, une membrane propre, une couche cellulaire peu importante de cellules chitinogènes, une cuticule chitineuse garnie, dans l'œsophage, de soies fines assez longues, dans le jabot de petites épines courtes serrées, enfin, dans l'appareil valvulaire, de grosses saillies chitinisées (2). Les parois de l'intestin buccal n'offrent donc histologiquement aucun organe sécrétoire.

Le liquide digestif qui doit agir sur les matières alimentaires introduites dans le jabot est fourni par deux glandes volumineuses (*glandes salivaires*); glandes en grappes bien connues, figurées par presque tous les auteurs et étudiées récemment avec beaucoup de soin par M. Kupffer. Leurs canaux excréteurs s'ouvrent dans la cavité buccale.

2° Un *intestin moyen* (ventricule chylifique des auteurs), de longueur médiocre, offrant à l'origine huit cœcums glandulaires assez inégaux, les plus grands atteignant 1 centimètre chez la *P. americana*.

Ces cœcums ne sont point, comme on l'a cru fausse-

---

(1) Je continue à employer les termes proposés en partie par M. Gegenbaur, tels que je les ai mis en usage dans mes *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes*, pp. 7 et 113.

(2) Les observations et les figures de M. S. Basch sont, en ce qui concerne l'histologie de l'appareil digestif, généralement très-exactes.

ment, les seuls organes sécrétoires de cette partie du canal; l'intestin lui-même, dépourvu de cuticule chitineuse, nous présente, sous un épithélium cylindrique, une couche de glandes simples monocellulaires relativement volumineuses. Les éléments en question sont très-faciles à observer. Ils ont été signalés par M. Basch (1) chez la *P. orientalis;* je les ai revus et dessinés chez la *P. americana.*

3° Un *intestin terminal* revêtu intérieurement d'une cuticule chitinisée munie de soies très-fines. Sur la limite de l'intestin moyen et de l'intestin terminal s'ouvrent, comme chez tous les insectes, les tubes de Malpighi. Ils sont très-nombreux et de couleur jaune à l'œil nu.

Avant d'aborder l'examen des phénomènes physiologiques, résumons le trajet effectué par les matières avalées. Ces substances sont d'abord accumulées dans le jabot où elles ne sont soumises qu'à l'action du liquide sécrété par les glandes dites salivaires; elles passent ensuite dans l'intestin moyen où elles subissent la double action du liquide produit par les huit cœcums et de celui sécrété par les parois mêmes du canal; enfin elles s'amassent dans l'intestin terminal pour être expulsées au dehors sous forme d'excréments.

§ II.

DIGESTION.

A. *Fonction des glandes salivaires.* — Ces glandes méritent parfaitement leur nom et le liquide qu'elles sécrètent possède la propriété fondamentale de la salive des

---

(1) M. Basch, op. cit., p. 250, leur donne le nom de *Krypten.*

Vertébrés de transformer la féeule en glucose. M. Basch avait déjà fait des expériences dans ce sens dès 1858 (1) avec des glandes salivaires de *P. orientalis;* mais, se basant sur d'autres essais entachés d'erreur, il attribua, en outre, faussement, à la salive de cet insecte une action sur les albuminoïdes. En 1874 je démontrai expérimentalement la production de glucose aux dépens de la fécule, à l'aide des glandes salivaires de la *Locusta viridissima* (2) et de celles d'un hémiptère, la *Nepa cinerea* (3). Un an plus tard, M. Jousset de Bellesme refit, avec le même résultat, des expériences sur les glandes salivaires de la *P. orientalis* et de la *L. viridissima* (4).

Voici ce que j'ai constaté chez la *P. americana :*

1re méthode. Les glandes salivaires d'un individu sont broyées à l'aide d'une baguette de verre au fond d'un tube à réaction; on ajoute 1 1/2 centimètre cube d'empois d'amidon clair. Un tube témoin renferme de l'empois seul. La température est de 16° à 18°. Au bout de trois heures on essaie à l'aide de la liqueur de Barreswil; on constate une notable quantité de glucose dans le tube contenant les glandes; le tube témoin ne fournit rien. Cette expérience faite avec soin réussit à coup sûr.

L'essai du liquide a été fait ici au bout de trois heures; mais il est évident qu'un temps aussi long n'est point nécessaire. Antérieurement j'ai observé la production du glu-

---

(1) *Untersuchungen über das chylopoetische*, etc., op. cit., pp. 257 et 258.

(2) *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes*, op. cit., p. 66.

(3) *Ibid.*, p. 47.

(4) *Recherches expérimentales sur la digestion des Insectes*, pp. 19 à 23.

cose au bout de deux heures pour les glandes de la Sauterelle, et après trente minutes seulement pour celles de la Nèpe cendrée (1). L'expérience suivante montre, du reste, la rapidité d'action de la salive des Insectes.

2[e] méthode. On a préparé une certaine quantité d'empois clair teinté en bleu pâle (azur) par l'iode. Un premier tube renferme les glandes salivaires broyées d'une *P. americana* et 2 centimètres cubes d'empois azuré, un second tube une goutte de salive humaine et la même quantité d'empois bleui, un troisième tube de l'empois bleui seul.

La coloration disparaît dans le tube aux glandes salivaires en huit ou neuf minutes, dans celui à salive humaine en cinq ou six minutes; elle roussit mais ne disparaît pas dans le troisième (2).

Le liquide sécrété par les glandes salivaires des Insectes est toujours neutre ou alcalin. J'ai signalé le fait dans mon Mémoire précédent pour la Nèpe cendrée (3) et pour la *P. orientalis* (4); enfin je me suis assuré par des essais répétés que chez la *P. americana*, non-seulement il ne rougit jamais le papier de tournesol bleu, mais que fréquemment il bleuit le papier de tournesol rougi et verdit le papier de violette. L'alcalinité peut donc être très-franche.

Ainsi que je l'ai déjà montré (5), l'observation de

(1) Les précautions dont s'est entouré M. Jousset (op. cit., p. 19), qui a employé de la fécule crue, me semblent donc superflues.

(2) Il faut six ou sept heures pour que l'empois azuré seul redevienne incolore.

(3) *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes*, p. 48.

(4) *Ibid.*, p. 71.

(5) *Ibid.*, p. 70.

M. Basch, qui a vu ces glandes acides chez la Blatte orientale, est erronée. Il en est parti pour faire une expérience absolument illusoire, quant à l'action de la salive sur les substances albuminoïdes; action, en réalité, parfaitement nulle, comme le prouvent les recherches patientes et soignées de M. Jousset de Bellesme (1).

L'absence d'acidité dans la salive des Blattes est un fait important; nous y reviendrons ci-dessous.

B. *Fonction du jabot.* — Le jabot spacieux des Blattaires n'offrant pas d'éléments glandulaires par lui-même, les aliments qui s'accumulent et séjournent longtemps dans cette région n'y sont soumis qu'à l'action de la salive neutre ou alcaline. D'où proviennent donc, dans ce cas, les différences entre les réactions constatées? En effet, Marcel de Serres dit très-clairement que le contenu du jabot des Orthoptères est franchement acide (2). M. Basch a trouvé acides aussi les substances renfermées dans le jabot de la *P. orientalis* (3); tandis que, dans mes recherches précédentes j'ai constaté une légère alcalinité chez la même espèce (4) et que M. Jousset n'a pas non plus signalé de réaction acide (5).

Les uns et les autres avaient bien vu; ainsi que je l'ai

---

(1) *Recherches expérimentales sur la digestion des insectes*, pp 54 et 57.

(2) *Observations sur les usages des diverses parties du tube intestinal des Insectes*, op. cit., p. 358. (Marcel de Serres donne le nom d'estomac au jabot.)

(3) *Untersuchungen über das chylopoetische*, etc., op. cit., p. 256.

(4) *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes*, p. 71.

(5) *Recherches expérimentales sur la digestion des Insectes*, pp. 57 et 58.

trouvé à maintes reprises chez la *P. americana*, le contenu du jabot est tantôt neutre ou alcalin, tantôt acide. Ce fait s'explique parfaitement et l'expérience vient à l'appui de l'explication.

L'acidité, lorsqu'on l'observe, ne peut provenir ni des parois du jabot qui ne sécrètent rien, ni de la salive qui n'est jamais acide ; elle ne peut donc avoir sa source que *dans les matières mêmes avalées*. C'est là un fait que j'ai déjà démontré dans mon Mémoire antérieur à propos de la *P. orientalis* (1). On me permettra de reproduire le passage en question.

« 1° J'ai mis pendant quelques heures à la disposition
» de plusieurs Blattes, du pain imbibé d'eau sucrée, ma-
» tière essentiellement neutre. En ouvrant ces animaux
» j'ai trouvé, comme j'en étais persuadé d'avance..... le
» contenu de l'œsophage et du jabot très-légèrement
» alcalin.

» 2° J'ai mis d'autres individus en présence d'une nour-
» riture acide..... je leur ai donné du pain mouillé de bière
» ordinaire (notre bière gantoise rougit le papier de tour-
» nesol)..... En tuant ces individus je constate que..... le
» contenu de l'œsophage et du jabot est acide. »

Je viens de répéter la même expérience sur la *P. americana*, le résultat est absolument identique.

Il faut ajouter cependant que, si les animaux nourris au pain imbibé d'eau sucrée ne sont point tués immédiatement après avoir mangé, si l'on attend plusieurs jours, le contenu du jabot est toujours acide. C'est le pain mouillé qui

---

(1) *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes*, op. cit., p. 70.

surit, et cela rapidement, comme on peut aisément le constater en appliquant un fragment de papier de tournesol bleu sur un morceau de pain mouillé seulement depuis quarante-huit heures. Les aliments séjournant longtemps dans le jabot, le pain finit toujours par s'y acidifier; aussi vaut-il mieux nourrir de farine les Blattes en expérience, ainsi que le faisait M. Jousset.

Si on vide le jabot et si on le lave rapidement, on s'assure, sans exception, que la paroi est neutre.

Par conséquent, le contenu du jabot est normalement neutre ou alcalin, l'acidité qu'on peut y observer tient, soit à des aliments acides par eux-mêmes, soit à une décomposition acide.

L'énorme développement du jabot, les dimensions des glandes salivaires, indiquent que les Blattes sont plus spécialement organisées pour un régime végétal que pour un régime animal. La fécule renfermée dans les aliments végétaux avalés par les Orthoptères et imbibée de salive se transforme dans le jabot en glucose. Dans mon Mémoire de 1874, j'ai prouvé ce fait expérimentalement pour les Acridiens (1); mais là les conditions sont complexes, le jabot étant muni d'un épithélium sécrétoire qui manque aux Blattes. M. Jousset, à son tour, a démontré la production du glucose dans le jabot des *P. orientalis* nourries avec de la farine, de la fécule de pommes de terre, du sucre de canne (2). Enfin, mes recherches récentes sur la *P. americana* confirment pleinement ce qui précède; chez

(1) *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes*, p. 69.

(2) *Recherches expérimentales sur la digestion des Insectes*, pp. 29 et 33.

tous les individus nourris de substances végétales, le contenu du jabot réduit, et souvent d'une manière intense, la liqueur cupro-potassique.

M. Jousset a montré que l'absorption par l'organisme du glucose produit avait lieu dès le jabot et que l'on n'en retrouvait plus dans le reste du tube digestif; mais mes expériences sur les Orthoptères acridiens m'avaient déjà conduit à la même conclusion. Voici le passage de mon Mémoire de 1874 : « Mes tentatives pour déceler la pré-
» sence du sucre en quantité notable dans le contenu de
» l'intestin moyen des *Stetheophyma* n'ont point donné de
» résultat. Si l'on se rappelle que j'ai trouvé, au contraire,
» du sucre en abondance dans les matières renfermées
» dans le jabot, et cela *chez les mêmes individus*, on sera
» conduit, comme moi, à cette double conclusion que,
» chez les Orthoptères susdits, il n'y a plus production de
» sucre dans l'intestin moyen et que cette substance rapi-
» dement assimilable a passé dans l'économie avant la
» digestion intestinale (1). »

C. *Fonction de l'appareil valvulaire* (gésier). — J'ai si longuement traité ce sujet dans mon Mémoire antérieur (2); j'y ai accumulé tant de preuves que le prétendu gésier des Insectes n'est pas un organe triturateur, qu'il me semble à peine nécessaire de revenir sur ce sujet.

Je dirai seulement que chez les *P. americana*, comme chez les autres espèces que j'ai étudiées, les matières glissent par les sillons situés entre les bourrelets chitineux, sillons dans lesquels on les trouve en ouvrant l'or-

---

(1) *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes*, p. 79.

(2) *Ibid.*, pp. 18 à 20, 72 à 74, 104 à 106.

gane, et que les substances qui ont traversé le gésier ne sont nullement plus divisées qu'avant le passage, ce dont on s'assure facilement par un examen microscopique comparatif.

D. *Fonctions des cœcums et de l'intestin moyen.* — Nous touchons ici à un point capital extrêmement important pour la physiologie comparée.

Les cœcums glandulaires de l'origine de l'intestin moyen des Orthoptères sécrètent un liquide jaunâtre ou brunâtre; quelle est la réaction de ce liquide?

Marcel de Serres, dont les observations, bien qu'anciennes, sont ordinairement très-exactes, constate que cette sécrétion qu'il considérait comme de la bile est alcaline : « Cette humeur, dit-il, verdit légèrement le sirop de vio-» lette et fait passer au rouge brun le papier de curcuma. » Si l'on trempe le papier de tournesol (bleu) dans l'hu-» meur biliaire, aussi pure que possible, et qu'on l'y laisse » séjourner plus ou moins longtemps, on ne voit pas que » sa couleur soit altérée en aucune manière (1). »

M. Basch a trouvé l'intestin moyen des *P. orientalis* neutre vers son origine et alcalin vers sa terminaison (2).

Moi-même dans mes *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes* (3), j'ai toujours vu le liquide des cœcums des Acridiens et des Locusta alcalin.

Ainsi, il semblait résulter surabondamment de ce qui précède que la sécrétion des cœcums glandulaires des Orthoptères n'offre jamais d'acidité, lorsque M. Jousset, dans son

(1) *Observations sur les usages des diverses parties du tube intestinal des insectes*, op. cit., pp. 357 et 358.

(2) *Untersuchungen über das chylopoetische...*, etc., op. cit., p. 256.

(3) P. 76.

travail récent, est venu remettre la chose en question en affirmant que chez la Blatte orientale cette sécrétion est faiblement acide (1).

Sachant par plusieurs années d'observations sur les Insectes, par mes nombreuses expériences sur la digestion des Myriapodes (2) et par des travaux déjà avancés sur les phénomènes digestifs des Arachnides et des Crustacés, combien une acidité vraie est rare dans les liquides du canal alimentaire des articulés, je n'ai point cru à l'acidité faible des cœcums des Blattes. Le papier de tournesol fin et préparé avec soin, mouillé par des liquides neutres (eau distillée) ou même alcalins, et observé par réflexion, prend toujours une teinte violacée s'il est placé au-dessus d'un fond obscur, une table en chêne, par exemple, la main de l'observateur, etc. Pour peu que le liquide essayé soit jaunâtre, comme c'est le cas pour beaucoup de liquides animaux, la teinte jaune s'ajoutant, la tache semble plus rosée encore. Il faut placer le papier de tournesol sur une plaque de verre (3) posée sur un papier blanc, ou mieux le suspendre verticalement devant une fenêtre et observer par transparence. L'illusion disparaît alors; les liquides neutres ou alcalins incolores ne produisent plus qu'une place transparente, les liquides jaunâtres, une tache jaunâtre, et c'est tout. Ceux de mes collègues et de nos

---

(1) *Recherches expérimentales sur la digestion des Insectes*, op. cit., pp. 51 et 52.

(2) *Recherches sur les phénomènes de la digestion et sur la structure de l'appareil digestif chez les Myriapodes de Belgique*, in-4°, 3 planches (Mém. de l'Acad. roy. de Belgique, t. XLII, 1876 (à l'impression).

(3) L'interposition de la plaque de verre est nécessaire: le contact direct des papiers blancs du commerce, blanchis chimiquement, amène souvent les effets d'une réaction acide au bout de quelques minutes.

préparateurs auxquels j'ai montré cette expérience bien simple, ont été surpris de l'illusion et convaincus de la possibilité d'erreurs.

Au contraire, dans le cas de liquides réellement acides, la tache reste rose dans toutes les directions d'éclairage (1).

Ajoutez les essais comparatifs à l'aide de papier de tournesol rougi par la vapeur d'acide chlorhydrique et conservé à l'abri de la lumière, pour être très-sensible, le papier bleu de violette qui verdit pour les liquides faiblement alcalins. Telle est la façon dont il faut agir et celle dont j'ai toujours opéré.

Mais rien ne pouvait mieux prouver l'exactitude de mes prévisions que des expériences directes. Chez aucun des nombreux individus de *P. americana* soumis à mes essais, quelle qu'ait été leur alimentation et quoique les cœcums fussent le plus souvent gorgés de liquide, la réaction n'a été acide, même en les écrasant directement sur le papier réactif, ce qui a été fait dans chaque essai. Bien plus, nombre de fois la sécrétion s'est montrée alcaline, bleuissant le tournesol rougi, verdissant le papier de violette.

Je ne me suis pas contenté de cette méthode; en voici une autre aussi concluante : On enlève rapidement le tube digestif à une Blatte, les cœcums sont pleins; on l'étend horizontalement dans une soucoupe de porcelaine blanche à fond plat contenant une couche mince de teinture bleue de tournesol; puis, à l'aide d'une aiguille tranchante, on ponctionne le jabot, les cœcums, l'intestin moyen, l'in-

---

(1) De l'eau contenant $\frac{1}{5000}$ d'acide chlorhydrique du commerce, ce qui suppose une proportion encore bien moindre d'acide proprement dit, rougit encore le papier de tournesol ; or, la teinte n'a rien de violacé, c'est un rose franc, comme tout le monde peut s'en assurer.

testin terminal. Les matières et les liquides renfermés dans ces différentes régions s'écoulent lentement dans le tournesol. On n'observe aucun changement de teinte pour les *cœcums*, l'intestin moyen, l'intestin terminal; seul le contenu du jabot étant celui d'un individu nourri de pain mouillé depuis plusieurs jours (voyez plus haut, fonction du jabot), produit une auréole rouge de peu d'étendue (1).

Il y a plus encore, l'alcalinité du liquide des cœcums glandulaires est suffisante pour neutraliser complétement l'acidité du contenu du jabot, lorsque celui-ci passe dans l'intestin moyen. Chez les individus où les matières du jabot sont acides, je trouve neutres ou alcalines les substances qui remplissent l'intestin moyen; fait déjà constaté par M. Basch, ainsi que je l'ai dit.

Enfin, ne voulant laisser persister aucun doute sur l'exactitude de mes résultats, j'ai prié trois personnes habiles dans les expériences délicates et d'un savoir incontestable d'assister à un essai. C'étaient notre savant confrère M. Ch. Van Bambeke, professeur d'histologie à l'Université de Gand, M. le Dr H. Leboucq, chef des travaux anatomiques, et M. le Dr L. Fredericq, préparateur de physiologie humaine et d'anatomie comparée. Pour plus de

(1) Voici une expérience de M. Jousset qui, sans que l'auteur y ait songé, rentre presque dans le même cadre : Une Blatte, à jeun depuis plus d'un mois, est mise sous une cloche avec un petit morceau de sucre de canne imprégné d'un peu de teinture bleue de tournesol. La Blatte boit avec avidité;... en ouvrant l'animal on trouve que le jabot renferme un liquide bleu peu abondant; une petite quantité de teinture de tournesol a pénétré dans l'intestin moyen où elle est devenue *violacée* (op. cit., pp. 37 et 38). Remarquer que l'auteur emploie le terme violacé et non celui de rose. Il y a eu ici altération de la teinte bleue de tournesol par la présence du liquide brunâtre des cœcums, mais pas d'effet acide.

sûreté, je n'opérais pas, M. Fredericq effectuait l'expérience.

La Blatte était vigoureuse, nourrie depuis quatre jours au pain. Ces messieurs ont constaté que le contenu, mais le contenu seul du jabot, était acide; que les cœcums, essayés un à un, n'offraient *aucune trace d'acidité;* que l'intestin moyen était alcalin.

Une dernière preuve pour terminer : On essaie l'action sur le lait, à froid d'abord, puis après ébullition, des glandes salivaires, du contenu du jabot, des cœcums, de l'intestin moyen, de l'intestin terminal. Seul le contenu acide du jabot caille le lait après quelques secondes d'ébullition. Ni les glandes salivaires, ni les *cœcums*, ni l'intestin moyen, ni l'intestin terminal ne produisent rien, à froid ou à chaud, même en attendant une douzaine d'heures.

Il est donc parfaitement démontré que si l'on s'entoure de précautions, les sécrétions du tube digestif des Blattes rentrent dans la règle générale que j'ai déduite de toutes mes recherches antérieures : « Chez tous les Insectes, à » l'état normal, les sucs digestifs sont alcalins ou neutres, » jamais acides (1). »

Dès 1874, j'ai indiqué le premier la transformation des albuminoïdes en substances solubles et assimilables analogues aux peptones, dans le tube digestif des Coléoptères carnassiers (2); c'était déjà un pas relativement assez grand dans l'histoire des phénomènes digestifs des Insectes (3).

---

(1) *Recherches sur les phénomenes de la digestion chez les Insectes*, op. cit, § 13, p. 97.

(2) *Ibid.*, pp. 16, 17 et 18.

(3) Le premier essai de digestion de la chair animale par un liquide

N'ayant guère étudié, parmi les Orthoptères, que des espèces se nourrissant exclusivement de végétaux, je n'avais point eu occasion de rechercher dans ce groupe quels sont les organes sécrétant un liquide digérant les albuminoïdes. M. Jousset de Bellesme a comblé cette lacune et a prouvé, pour les Blattes, par des expériences répétées, que cette digestion s'opère dans l'intestin moyen aux dépens du liquide produit par les cœcums (1). Il a eu seulement le tort, se basant sur une acidité illusoire, de vouloir voir dans ce liquide un suc gastrique comparable à celui des Vertébrés, oubliant que, chez ces derniers, la digestion des albuminoïdes et leur transformation en peptones, ou corps analogues, a encore lieu par le suc pancréatique et le suc intestinal, tous deux alcalins (2).

J'ai repris les expériences de digestion des albuminoïdes chez les *P. americana*, mais en employant (au lieu des petits cubes d'albumine cuite utilisés par M. Jousset et qui demandent toujours un temps si long pour se dissoudre qu'on ne sait s'il n'y a pas déjà des phénomènes de décomposition) (3) comme dans mon travail sur la digestion des Myriapodes, des muscles de mouche dont les modifications peuvent s'estimer parfaitement au microscope.

---

fourni par un articulé, a été fait par M. Émile Blanchard, à l'aide du suc des glandes dites stomacales du Scorpion. (*Organisation du règne animal, Arachnides*, p. 66.) J'espère avoir l'occasion de revenir un jour sur cette expérience.

(1) *Recherches expérimentales sur la digestion des Insectes*, op. cit., pp. 54 à 60.

(2) *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes*, pp. 102 et 103.

(3) M. Jousset a fait aussi quelques expériences avec la fibrine et la caséine, mais en se servant du tube digestif du Dytique.

Les huit cœcums gorgés de liquide d'une *P. americana* sont broyés avec une minime goutte d'eau au fond d'un petit vase de verre d'un centimètre cube de capacité; les débris des parois des cœcums étant enlevés, on dépose dans le liquide la moitié des muscles thoraciques d'une mouche domestique. Un second vase renferme de l'eau distillée et reçoit l'autre moitié des muscles thoraciques de la même mouche. Le tout est placé sous une cloche retournée sur une couche d'eau afin d'éviter l'évaporation. Température 18° C.

Au bout de quarante-huit heures : 1° les muscles soumis à l'eau pure sont blancs, mais résistants; au microscope les fibrilles sont séparées les unes des autres; cependant elles ont conservé leur intégrité individuelle; la pression ne les désagrége pas.

2° Les muscles ayant subi l'action du liquide des cœcums ont bruni, sont devenus diffluents; au microscope on n'observe plus qu'une bouillie de granules que le seul poids d'un petit verre à couvrir dissocie entièrement.

Les liquides digestifs de l'intestin moyen des Insectes émulsionnent activement les graisses. J'ai signalé le fait dans mon Mémoire antérieur, pour les Coléoptères carnassiers (1) et je l'ai démontré expérimentalement pour les chenilles de Lépidoptères (2), ce que, du reste, MM. Bouchardat et Cornalia avaient indiqué avant moi. Le produit de sécrétion des cœcums des Blattes émulsionne parfaitement l'huile, comme le dit M. Joussel pour la *P. orientalis*, et comme je l'ai revu chez la *P. americana*. Il n'en est

---

(1) *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes*, pp. 21 et 23.

(2) *Ibid.*, p. 88.

point de même de la salive de ces animaux, qui ne fournit qu'une émulsion instable.

Ainsi, en résumé, le liquide sécrété par les cœcums de l'intestin moyen des Blattes n'est point acide, il est fréquemment alcalin, est l'agent principal de la digestion des substances albuminoïdes et émulsionne activement les graisses.

Resterait à déterminer le rôle de la couche glandulaire de l'intestin moyen proprement dit; mais ici des difficultés trop grandes m'ont arrêté. Il est, en effet, impossible d'isoler la petite quantité de suc qu'elle produit de celle beaucoup plus considérable déversée par les cœcums. Les quelques tentatives que j'ai faites ont échoué.

E. *Fonction des tubes de Malpighi.* — L'étude que j'ai faite dans mes *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes* (1), des fonctions des tubes de Malpighi a été si étendue, j'ai réuni tant de preuves de leur rôle exclusivement dépurateur et urinaire, que je puis me borner ici à quelques mots.

Dans ce même travail j'ai combattu et, je l'espère, réfuté complétement une notice de M. E. Heckel (2) qui tendait à ressusciter l'ancienne hypothèse des organes mixtes à la fois hépatiques et urinaires.

M. Jousset de Bellesme revient sur ce sujet, redémontre, par l'absence de propriétés biliaires, la fonction exclusivement urinaire des tubes malpighiens et repousse, à son tour, les conclusions de M. Heckel (3).

---

(1) Pages 27 à 35, 40 et 41, 57 à 59, 61 à 65, 84, 106 à 113.

(2) *De quelques phénomènes de localisation de substances minérales chez les articulés* (COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS, t. LXXIX, n° 8, 24 août 1874, pp 512 et suiv.).

(3) *Recherches expérimentales sur la digestion des Insectes*, pp. 74 à 78.

Les tubes de Malpighi de la *P. americana* sont étroits, d'un calibre assez variable suivant le point du tube examiné; l'épithélium sécrétoire est composé de cellules volumineuses, à noyaux bien visibles et sécrétant un liquide chargé de granulations jaunes très-fines. Je n'y ai point vu de cristaux comme en signale M. S. Basch dans les tubes de la *P. orientalis* (1); mais le procédé de M. Sirodot (2), consistant à broyer les tubes avec un peu d'eau dans le creux d'une plaque de verre à concavité, à ajouter une goutte d'acide acétique et à couvrir à l'aide d'une lame de verre mince, m'a toujours fourni, en quelques heures, comme chez les autres Insectes, des cristaux d'acide urique. Ces cristaux furent cependant peu abondants dans les différents essais, ce qui prouve que la quantité d'urates sécrétés en un temps donné n'est point considérable.

La composition des excréments dont je parlerai plus bas montre que les tubes malpighiens des Blattes sécrètent aussi de l'oxalate de calcium comme ceux de beaucoup d'Insectes (chenilles, larves de coléoptères, etc.) (3) et des Iules parmi les Myriapodes.

F. *Fonction de l'intestin terminal.* — J'ai déjà rappelé qu'il est tapissé par une cuticule chitinisée. La couche cellulaire sous-jacente ayant fort peu d'importance, on peut le considérer, ainsi que chez un grand nombre d'Insectes, mais non chez tous (4), comme n'étant plus le siége de

---

(1) *Untersuchungen über das chylopoetische*, etc , p. 255.

(2) *Recherches sur les sécrétions chez les insectes.* Thèse, pp. 85 et 86. Paris, 1859. (Voyez aussi de nombreux passages de mon Mémoire antérieur.)

(3) Voyez au sujet des espèces et des auteurs cités mon Mémoire *Recherches sur les phénomènes de la digestion*, etc., p. 41.

(4) *Ibid.*, p. 119.

fonctions digestives proprement dites. Sa grande longueur, le temps très-long pendant lequel les substances y restent accumulées permettent de supposer une absorption, au travers des parois, d'un reste des produits de la digestion.

Les matières remplissant l'intestin terminal sont toujours noires ou de couleur foncée, on y retrouve, au microscope, comme dans les excréments, tout ce qui a résisté au travail digestif; des grains de sable, des débris chitineux si l'animal a dévoré d'autres insectes, des pellicules végétales appartenant aux enveloppes des grains de froment, s'il a mangé de la farine, etc.

Ces matières sont le plus souvent alcalines, jamais acides; on n'y retrouve plus de glucose.

La dernière partie renflée de l'intestin terminal a pour but exclusif l'expulsion des excréments.

G. *Excréments.* — Ils se présentent chez la *P. americana* sous la forme de petits cylindres arrondis aux deux bouts, atteignant 4 millimètres de longueur et 1 $^{1}/_{2}$ de large. Leur couleur est noire. En les broyant avec un peu d'eau, on y constate, outre tout ce qui n'a pu être dissous par les sucs digestifs, de petits cristaux d'oxalate de calcium reconnaissables à lenr forme caractéristique, à leur insolubilité dans l'eau et l'acide acétique et à leur solubilité dans l'acide nitrique étendu.

Le procédé de M. Sirodot pour déceler l'acide urique dans les tubes de Malpigni (voyez plus haut) fournit aussi de jolis cristaux de cet acide.

La recherche de la guanine suivant le procédé employé par MM. Will et Gorup Besanez pour les excréments de l'*Epeira diadema* (1), procédé à l'aide duquel j'ai retrouvé

---

(1) *Guanin ein wesentlicher Bestandtheil gewisser Secrete wirbelloser*

ce corps dans les déjections de la *Tegeneria domestica* et d'autres Arachnides, ne m'a fourni ici que des résultats incomplets qui ne m'ont point permis d'acquérir une certitude à cet égard.

Les excréments se composent donc de la collection des résidus du travail digestif et des produits des tubes de Malpighi.

§ III.

RÉCAPITULATION.

Les aliments avalés s'accumulent dans le jabot et subissent l'action le plus souvent alcaline des glandes salivaires. Là les substances féculentes sont transformées en glucose; ce premier produit de la digestion est absorbé sur place et ne se rencontre plus dans le reste du tube digestif.

L'appareil valvulaire qui ne joue nullement le rôle d'un organe triturateur laisse glisser, en petites quantités, les matières en digestion dans un intestin moyen de capacité restreinte.

Cet intestin moyen reçoit le suc sécrété par huit cœcums glandulaires, suc ordinairement alcalin, jamais acide, neutralisant l'acidité que le contenu du jabot a pu acquérir, transformant les albuminoïdes en corps solubles et assimilables analogues aux peptones et émulsionnant les graisses.

Enfin, dans l'intestin terminal se réunissent les résidus du travail digestif et la sécrétion des tubes de Malpighi, sécrétion purement urinaire.

Si l'on rapproche ce résumé de celui déduit de toutes

Thiere. Gelehrte Anzeiger herausgegeben von Mitgliedern der k. bayer. Akademie der Wissenschaften, 27. Band. Juillet à décembre 1848, nº 235, col. 825.

mes recherches précédentes sur l'ensemble des Insectes qui termine mon Mémoire de 1874 (1), on pourra s'assurer que les phénomènes digestifs de la *P. americana* ne s'écartent guère des conclusions que j'ai posées alors. Ils les complètent et en sont une confirmation remarquable.

§ IV.

RÉPONSE A M. JOUSSET DE BELLESME.

Mes *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes* ont été présentées à l'Académie royale de Belgique dans la séance du 7 mars 1874 (2); l'impression dans les Mémoires a été votée dans la séance du 5 mai (3); le travail a été imprimé vers la fin de 1874.

M. Jousset, qui publie dans les derniers mois de 1875, par conséquent un an plus tard, un Mémoire tout à fait analogue intitulé *Recherches expérimentales sur la digestion des Insectes et en particulier de la Blatte*, travail dont la plupart des conclusions sont les miennes (4), qui ne me cite même pas dans le Résumé qu'il publie dans les *Comptes rendus* (5) et qui ne me consacre dans son Mémoire qu'un *appendice* sous la forme de carton sans pagination, s'étonne que je réclame la priorité (6).

---

(1) *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes*, § 17, pp. 115 à 119.

(2) *Bulletin de l'Académie*, 2e sér., t. XXVII, p. 270.

(3) *Ibid.*, p. 489.

(4) *Sur la digestion chez les Insectes. Remarques à propos d'un travail récent de M. Jousset* (COMPTES RENDUS DE L'ACAD. DES SC. DE PARIS, t. LXXXII, janvier 1876, p. 340).

(5) *Comptes rendus*, t. LXXXII, n° 1, 1876, p. 97.

(6) *Ibid.*, n° 8, p. 461.

Il dit que ses propres recherches remontent à 1872 et 1873 (1); mais il me croit donc alors une facilité et surtout une vélocité de travail (que je voudrais posséder), s'il pense que mon Mémoire, fruit de longues études et d'expériences pénibles et répétées, ne m'a point demandé aussi plusieurs années. Il est tellement évident pour tout le monde que mon travail est le premier qui renferme un ensemble de recherches suivies sur la digestion des Insectes que la priorité qui me revient s'affirme d'elle-même.

Mais il y a plus, mon savant contradicteur a attaqué mes méthodes et mes résultats; je lui dois un mot de réponse, la vérité et, par conséquent, la science étant en jeu. Afin de ne point fatiguer le lecteur, je me bornerai aux points principaux.

« L'idée dominante du Mémoire de M. Plateau, dit
» M. Jousset, est de chercher à établir que chez les In-
» sectes à l'état normal, les sucs digestifs sont tous alca-
» lins ou neutres, jamais acides. Or ce fait.... est en désac-
» cord formel avec tous les travaux précédents et avec
» mes propres observations. De plus, il est en désaccord
» avec cette grande loi de l'unité des fonctions physiolo-
» giques qui tend actuellement à dominer dans la science.
» Chez tous les animaux connus et étudiés, la digestion
» des aliments albuminoïdes réclame un milieu plus ou
» moins acide. Les Insectes ne font pas exception à cette
» règle, le liquide des cœcums gastriques qui sert chez
» eux à la digestion des aliments est acide (2). »

Mes études ont été entreprises « à l'abri de toute idée

---

(1) Appendice au Mémoire de M. Jousset.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXXII, pp. 461 et 462.

» préconçue (1). » J'ai signalé moi-même qu'elles m'ont conduit à des résultats « parmi lesquels il y en a en com-
» plet désaccord avec ce que l'on trouve exposé dans les
» traités d'anatomie et de physiologie comparée ou d'ento-
» mologie générale, classiques et récents; » les faits se sont imposés d'eux-mêmes.

Les mots de *grande loi de l'unité physiologique* font sourire. Cette loi n'est-elle pas déduite entièrement des faits? Si les physiologistes trouvent des faits nouveaux, la loi change. En admettant la manière de voir de M. Jousset, il serait absolument interdit de faire de nouvelles recherches du moment où celles qui précèdent ont été érigées en doctrine!

M. Jousset parle de *tous les travaux* précédents. Or, qui les connaît mieux, de mon honorable adversaire qui en cite à peine quelques-uns, ou de l'auteur de cette Note dont le Mémoire est rempli de citations puisées à toutes les sources originales? Du reste la faiblesse des travaux antérieurs est précisément ce qui nous a poussés tous deux à entreprendre des recherches nouvelles.

Il est parfaitement inexact d'avancer que *chez tous les animaux connus et étudiés, la digestion des aliments albuminoïdes réclame un milieu plus ou moins acide.* Rappelons d'abord les propriétés du suc pancréatique alcalin des vertébrés déterminant parfaitement la transformation des albuminoïdes en peptones, prions ensuite le lecteur de se souvenir des expériences citées plus haut de Marcel de Serres et de M. Basch et de lire, lors de son apparition prochaine, mon travail sur la digestion des Myriapodes.

---

(1) Voyez mon Mémoire, page 5.

Quant à l'acidité des cœcums de l'intestin moyen des Insectes, je viens de démontrer encore une fois dans cette Note qu'elle n'existe pas, qu'il y a, au contraire, fréquemment alcalinité.

M. Jousset regarde mon opinion, d'après laquelle les fonctions des glandes qu'il nomme gastriques seraient différentes suivant le groupe auquel l'insecte appartient, comme une véritable *hérésie physiologique* (1). Il vise surtout ici mes recherches sur l'Hydrophile (*H. piceus*), chez lequel j'ai constaté la production de glucose dans l'intestin moyen aux dépens du suc des cœcums nombreux de cette région. Pourquoi M. Jousset n'a-t-il pas fait d'expérience sur cet insecte, alors que j'avais à lui en opposer une bien nette; je transcris le passage de mon Mémoire : « Relative-
» ment au sucre dont on démontre la présence dans l'in-
» testin moyen, on pourrait m'objecter qu'il ne résulte
» pas d'une action du liquide sécrété par les parois de cet
» organe, mais provient de l'œsophage. Il est facile de
» prouver le contraire par l'expérience suivante : On vide
» un intestin moyen d'Hydrophile, on le lave à l'eau et on
» le laisse même séjourner quelque temps dans ce liquide
» pour le débarrasser du sucre qui pourrait l'avoir pénétré;
» puis l'ayant retiré, on le broie avec une nouvelle et très-
» petite quantité d'eau que l'on filtre et qu'on fait agir
» sur un peu d'empois d'amidon. Au bout de quinze mi-
» nutes, une partie de l'amidon est transformée et l'on
» obtient les réactions du glucose (2). »

M. Jousset m'accuse de revendiquer pour mon compte

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 465.

(2) *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes*, pp. 53 et 54.

la découverte des fonctions des glandes salivaires et des tubes de Malpighi; d'oublier qu'elles ont été démontrées, il y a longtemps, par MM. Sirodot et Chevreul et qu'elles figurent dans les traités classiques de MM. Milne Edwards et Blanchard (1).

La réponse est aisée; il suffit de lire mon Mémoire pour voir que j'ai scrupuleusement rendu à chacun ce qui lui était dû et que les recherches de MM. Chevreul et Sirodot (2) sont analysées avec soin. Quant aux traités classiques de MM. Milne Edwards et Blanchard, l'un et l'autre avancent que les tubes malpighiens sont des organes à fonctions mixtes à la fois biliaires et urinaires (3); tandis que mes expériences et mes observations démontrent que la fonction est purement urinaire. L'allégation est donc entièrement inexacte.

Enfin, M. Jousset critique mes méthodes (4). Je sais très-bien que mon travail n'était pas parfait. Entré le premier dans la voie des recherches suivies sur la digestion

---

(1) *Revue scientifique*, 5e année, 2e sér., n° 36, 4 mars 1876, p. 239.

(2) Quant aux glandes salivaires, les seules tentatives faites par M. Sirodot (pp. 42 et 43 de son Mémoire) se bornent à l'examen du précipité obtenu par l'action de l'acide acétique sur le liquide de ces glandes. Personne ne verra là une démonstration C'est M. Basch qui a fait les premières expériences de transformation de la fécule par la salive des Insectes; son Mémoire est de 1858 et celui de M. Sirodot de 1859.

(3) Milne Edwards, *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux*, t. V, p. 638 : « Cependant les faits sur lesquels on s'appuie pour établir que les vaisseaux malpighiens, tout en étant des organes urinaires, ne jouent pas aussi le rôle d'un organe hépatique, ne me semblent pas decisifs et, jusqu'à plus ample informé, je persiste à penser que ce sont des *organes à fonctions mixtes.* » — E. Blanchard, *Métamorphoses, mœurs et instincts des Insectes*, Paris, 1868, appelle les tubes de Malpighi *urino-biliaires*, pp. 116, 121 et 122.

(4) Appendice au Mémoire de M. Jousset.

des Insectes, j'ai dû marcher souvent à tâtons; il y a peu de mérite pour celui qui est venu après moi à employer parfois un meilleur mode d'opérer, alors qu'il a trouvé le chemin débarrassé des principaux obstacles.

Je n'ajouterai rien de plus, le lecteur jugera. Je terminerai seulement en exprimant le regret de rencontrer un antagoniste dans l'homme savant et ingénieux dont j'ai discuté les opinions dans cette Note.